

JUHÁSZ SÁNDOR–ELEKES ZOLTÁN–GYURKOVICS JÁNOS

## A tudáshálózatok időbeli változásának vizsgálati lehetőségei

Kikkel alakítanak ki kapcsolatot a gazdaság szereplői? Milyen jellemzők befolyásolják e kapcsolatok alakulását? Örökké tartanak ezek az együttműködések? A hálózatok dinamikájának vizsgálatával az utóbbi időben többen tettek kísérletet ezeknek a kérdéseknek a megválaszolására. Jelen tanulmánnyal az a célunk, hogy felhívjuk a hazai közgazdászközösség figyelmét a hálózatok dinamikus megközelítésének fontosságára és hazai kutatási perspektíváira. Szakirodalmi áttekintésünkben a regionális klasztereket és iparágakat átfogó tudáshálózatok változását magyarázó regionális gazdaságtani tanulmányokra helyezzük a hangsúlyt, mivel az empirikus módszerek alkalmazása jelenleg ezen megközelítések esetében a leggazdagabb. Összegző megállapításunk, hogy a regionális klaszterek tudáshálózataiban a beágyazódottság és a kohézió, míg az iparági tudáshálózatokban az ágazati tapasztalat, a földrajzi közelség és a közös partnerek megléte segítik az együttműködések kialakulását. A dinamikus hálózatelemzés eszközeinek és eredményeinek adaptálása és továbbfejlesztése érdemben hozzájárulhat a gazdasági szereplők közötti kapcsolatrendszer megértéséhez.\*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: D85, L14, R11, O31.

A 20. század végére a hálózatok segítségével végzett kutatások a közgazdaságtanban belül is teret nyertek. Egyre több kutató kezdett el hálózatokban gondolkodni, és általánossá vált az a komplexebb gondolkodásmód, amely a gazdasági egységeket társadalmi relációkba ágyazottan vizsgálja, kiemelt figyelmet fordítva a szereplők közötti kapcsolatokra, így pontosabban leírhatóvá és mélyebben

\* Köszönettel tartozunk *Lengyel Baláznak* és a SZTE Gazdaságtudományi Kar Közgazdaságtani és Gazdaságfejlesztési Intézet munkatársainak a tanulmány készítése során nyújtott szemléletformáló segítségéért és tanácsaiért.

*Juhász Sándor* PhD-hallgató, SZTE Gazdaságtudományi Kar Közgazdaságtani Doktori Iskola (e-mail: [sandorjuhasz@gmail.com](mailto:sandorjuhasz@gmail.com)).

*Elekes Zoltán* egyetemi tanársegéd, SZTE Gazdaságtudományi Kar Közgazdaságtani és Gazdaságfejlesztési Intézet (e-mail: [elekes.zoltan@eco.u-szeged.hu](mailto:elekes.zoltan@eco.u-szeged.hu)).

*Gyurkovics János* PhD-hallgató, SZTE Gazdaságtudományi Kar Közgazdaságtani Doktori Iskola (e-mail: [gyujan@eco.u-szeged.hu](mailto:gyujan@eco.u-szeged.hu)).

A kézirat első változata 2016. január 1-én érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2016.12.1375>

megérthetővé téve a gazdasági folyamatok komplexitását (*Hidalgo–Haussmann* [2009], *Borgatti–Foster* [2003]).

A társadalmi-gazdasági folyamatok megértéséhez azonban nem elegendő a komplex kapcsolatrendszerek szerkezetének feltérképezése, mivel ezek a kapcsolatok állandó változásban vannak. A hálózatok időbeli változásának okait vizsgálva viszont megérthető, hogy mi mozgatja a beszállítói kapcsolatrendszerek változását, hogyan választanak együttműködő partnert a vállalatok, miért és hogyan áramlik a munkaerő a különböző iparágak között, vagy mi mozgatja a feltalálók szabadalmi együttműködéseit. A hálózatok dinamikáinak kutatása új perspektívát nyit számos, a közgazdászok által régóta kutatott témában. Ezek közé tartozik a gazdasági növekedés és fejlődés szempontjából meghatározó szerepet játszó innováció folyamatának megértése is. Az innovációt különböző szereplők együttműködésén alapuló jelenségként értelmezhetjük, amelyet a társadalmi kapcsolatrendszerek határoznak meg (*Ahuja* [2000], *Glückler* [2007], *Sorenson és szerzőtársai* [2006], *Csizmadia–Grosz* [2011], *Lengyel* [2012], *Vas–Bajmócy* [2012]).

Az innováció mögötti társas folyamatok megragadására szolgálnak a tudáshálózatok, vagyis a gazdasági szereplők közötti azon kapcsolatok, amelyeken keresztül közös erőfeszítéssel hoznak létre új tudást, vagy adják át az új ismeretet valamilyen gazdasági hozam reményében (*Balland és szerzőtársai* [2015]). Tudáshálózatokat alkothatnak technikai segítségkérés informális kapcsolatrendszerei, közös szabadalmi bejelentések, K + F-projektek vagy termékek fejlesztési együttműködései is. Fontosságukat az adja, hogy nem egyszerű piaci tranzakciók, üzleti együttműködések, hanem az új ismeretek és új tudás születésének és terjedésének együttműködései, melyek bizalmi alapú, stabil kooperációt feltételeznek. Az innováció egyre inkább összefügg a specializálódó szereplők tudáshoz mint erőforráshoz való hozzáféréssel, így az ismeretek megszerzésére alkalmas kapcsolatok szerepe is egyre jelentősebb.

Jelen tanulmány célja, hogy felhívja a hazai közgazdászközösség figyelmét a hálózatok dinamikus megközelítésű vizsgálatában rejlő lehetőségekre, valamint általános áttekintést adjon a hálózatok dinamikájának vizsgálatához kapcsolódó főbb ismeretekről. Ennek érdekében áttekintésünket a regionális klasztereket és iparágakat átfogó tudáshálózatok változásával foglalkozó tanulmányok segítségével tesszük kézzelfoghatóbbá, mivel a dinamikus megközelítés empirikus alkalmazása jelenleg ezeken a területeken a leggazdagabb. Tanulmányunk megírásának célja, hogy a tudáshálózatok evolúciójának példáját felhasználva szélesebb közönség számára is érthetővé váljon a gazdasági hálózatok dinamikájának jelentősége, és a közgazdaságtan más területei számára is hasznosítható eszközre hívjuk fel a figyelmet.

A tanulmányban bemutatott empirikus eredmények könnyebb értelmezhetősége érdekében elsőként áttekintjük a hálózatok változásának megértéséhez szükséges fontosabb fogalmakat. Ezt követően rendszerezzük a regionális klaszterek, illetve az iparágak tudáshálózatainak időbeli változására vonatkozó dinamikus hálózatelemzési eredményeket. A tanulmány összegzéssel, további kutatási perspektívák felvázolásával, valamint a hazai adaptálás néhány lehetőségének felvetésével zárul.

## Dinamika a hálózatokban

A gazdasági kapcsolatokon alapuló hálózatok változnak az időben, ezért kialakulásuk, fennmaradásuk és felbomlásuk a statikus, állóképszerű vizsgálatok mellett a dinamikus szemléletet és a különböző időpontokban megfigyelt hálózati struktúrák összehasonlítását teszi szükségessé. Így választ kaphatunk olyan kérdésekre, hogy vajon azok a tanácsadók, akik már több referenciával rendelkeznek, a jövőben is több projektben kapnak-e szerepet, avagy az innovációs együttműködések mindig a szakmai kiválóság vagy a személyes kapcsolatok, a bizalom alapján szerveződnek. A különböző hálózatok (időbeli) változásának megértéséhez először áttekintünk néhány alapvető hálózatelméleti fogalmat.

Egy hálózat két fő részből épül fel: csomópontokból és kapcsolatokból vagy más néven élekből. A *csomópontok (node)* jelentik azokat az elemeket, amelyek viszonyrendszerére kíváncsiak vagyunk. Ezek lehetnek egyének, szervezeti egységek, cégek, régiók vagy akár országok is. A *kapcsolatok (edge, tie)* kötik össze a hálózat egyes elemeit. Ezek a választott pontoktól függően lehetnek utak, kommunikációs csatornák, szervezeten belüli együttműködések, munkaerőmozgás vagy egyszerű segítségkérés is. A kapcsolatok lehetnek egyirányúak vagy kölcsönösek, és a minőségi jellemzőik (kapcsolat gyakorisága, forgalom nagysága) árnyaltabb megjelenítéséhez az élek súlyozása is alkalmazható.

Hálózatok elemzésekor gyakran szükség van az egyes csomópontok jellemzésére, azok hálózatban elfoglalt helyének bemutatására. Ehhez a szakirodalomban az egyik legszélesebb körben alkalmazott mutató a teljes fokszám, ugyanis kiszámítása egyszerű, mégis lényegi információt tartalmaz a különböző pontok hálózatban való elhelyezkedése alapján az adott csomópont szerepéről (*Wasserman–Faust* [1994], *Scott* [2000], *Jackson* [2008]). A *teljes fokszám (degree)* megmutatja, hogy a hálózat egy eleme a vizsgált hálózaton belül hány másik elemmel áll kapcsolatban. Így például a vállalkozások kereskedelmi kapcsolatait vizsgálva, a teljes fokszámot az adott cég vevőkkel létesített összes kapcsolata jelenti. A teljes fokszám mint mutató alkalmas egy csomópont hálózaton belüli fontosságának, befolyásának vagy tekintélyének megítélésére, azaz a példa esetében a piaci pozíció bemutatására.

A hálózat szerkezetét leíró legegyszerűbb és legtöbbször alkalmazott mutató a sűrűség. Egy hálózat *sűrűsége (density)* a pontok közötti tényleges kapcsolatok arányát mutatja meg a hálózaton belüli összes lehetséges kapcsolathoz viszonyítva (*Scott* [2000], *Sebestyén* [2011]). Minél nagyobb egy hálózat sűrűsége, azaz minél több kapcsolat van egy hálózaton belül, annál könnyebben érik el egymást a hálózat elemei, így annál könnyebb például az információ, az áruk vagy a munkaerő áramlása. A kapcsolatok fenntartásának azonban jelentős költségei vannak (kapcsolattartás költségei, jogdíjak, minimális forgalom biztosítása stb.), így még kis hálózatokban is nagyon ritka, hogy az összes lehetséges kapcsolat kialakuljon és fennmaradjon. A magas sűrűségnek gazdasági hálózatok esetében negatív hatásai is lehetnek, így például a cégek jelentős összekapcsolódása sértheti a verseny elvét. Az alacsonyabb sűrűséggel jellemezhető hálózatok viszont – a hatékonyabb koordináció mellett (a felesleges kapcsolatok kisebb számából adódó alacsonyabb költség és szervezettebb

információáramlás miatt) – sokkal centralizáltabbak lehetnek, vagyis könnyebben kerül néhány szereplő befolyásos pozícióba (Csizmadia–Grosz [2011]).

A hálózatok időbeli változásának elemzése során a változást meghatározó tényezőket kíséreljük meg azonosítani. Másként megfogalmazva, a hálózat éleinek változását vizsgálva a szereplők közötti kapcsolatok létrejöttének és megszűnésének okait keressük. A kapcsolatrendszer formálódását befolyásolhatják a hálózat korábbi struktúrájából fakadó tényezők. A korábbi struktúra hatásához kapcsolódó egyik kulcsfogalom a *preferenciális kapcsolódás* (*preferential attachment*), ami azt jelenti, hogy egy új él nagyobb valószínűséggel jelenik meg a hálózat legtöbb éllel rendelkező eleméhez kapcsolódóan (Barabási–Albert [1999], Barabási [2016]), azaz egy új szereplő a hálózatba a legtöbb kapcsolattal rendelkező szereplőt megkeresve lép be (Balland és szerzőtársai [2013], Ter Wal–Boschma [2009]). Más szóval: sokkal előnyösebb lehet egy olyan tanácsadó céggel együttműködni, amelynek számos referenciája van, mint egy olyannal, amelynek alig. Mindez azt is jelenti, hogy a központi elemek még dominánsabbá válnak, míg a hálózat periferiáján lévő pontok nem képesek változtatni periferikus helyzetükön. Például egy építési fővállalkozó kiválasztásakor többen választják azt a céget, amelynek számos alvállalkozója van, mint azt, mely csak néhány alvállalkozóval működik együtt, és nehezen tudja lefedni a teljes folyamatot. Így az utóbbi a kevesebb megbízás miatt kevésbé tud új kapcsolatokat kialakítani.

A társadalmi interakciók (segítségnyújtás, információ biztosítása) azonban ritkán egyoldalúak. A vállalatok szívesebben segítenek olyanoknak, akikről korábban már kaptak segítséget, vagy akiktől azt feltételezik, hogy a későbbiekben viszonzást várhatnak tőlük. Ezt a jelenséget a dinamikus hálózatelmélet a *reciprocitás* (*reciprocity*) fogalmával ragadja meg. Azok, akik információt vagy egyéb erőforrást kapnak partnereiktől, valamilyen formában viszonzozzák azt (Ostrom [1998]). Azaz ha *A* vállalat információt ad *B* vállalatnak, akkor egy későbbi időpontban *B* vállalat a csak nála rendelkezésre álló információt nagyobb valószínűséggel osztja meg *A* vállalattal. Ha ez a kölcsönösség elmarad, akkor a kapcsolat is megszűnik a két cég között.

Ugyanakkor a vállalkozások gyakran a meglévő partnereiken keresztül kerülnek be egy közösségbe, ismernek meg új beszállítókat vagy alakítanak ki új együttműködéseket. Ezt a folyamatot a hálózatok változásának vizsgálata során a *tranzitivitás* (*transitivity*) vagy *triadikus bezáródás* (*triadic closure*) fogalmával ragadhatjuk meg. A tranzitivitás azt jelenti, hogy a partnerek partnerei nagyobb valószínűséggel lépnek kapcsolatba egymással, egy idő után partnerekké válnak (Ter Wal–Boschma [2009]). Azaz ha *A* cég már részt vett egy közös projektben *B* céggel és *C* céggel is, akkor *B* és *C* cég között – a közös harmadik fél révén – könnyebben, nagyobb valószínűséggel jöhet létre kapcsolat, új közös projekt.

A hálózatok időbeli változását a múltbeli struktúra hatásán túl az egyes elemek tulajdonságai is befolyásolhatják. A szereplők a kapcsolatok kialakításának és fenntartásának tekintetében eltérő jellemzőkkel, egyenlőtlen képességekkel rendelkeznek. Így például a vállalatméret, a kor, a tapasztalatok vagy az új ismeret befogadására vonatkozó abszorpciók képesség befolyásolják egy vállalat kapcsolatainak számát, fenntartásuk költségességét és az együttműködések tartósságát is (uo.).

Számos kutatás jutott arra az eredményre, hogy megkönnyíti az interakción alapuló tanulást és együttműködést, ha a felek hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek (*Hau-Horváth-Horváth* [2014]). Ennek a hasonlóságnak a megragadására a hálózatelmélet a *homofília* (*homophily*) vagy *asszortativitás* (*assortativity*) fogalmát használja, amely a hálózat elemei közötti hasonlóságon alapuló kapcsolatok kialakulását jelenti (*McPherson és szerzőtársai* [2001]). Tehát egy hálózat elemei nem szükségszerűen a legközpontibb csomóponttal alakítanak ki kapcsolatokat, hanem a hozzájuk valamilyen szempontból (például életkor, politikai nézet, beszélt nyelv, szaktudás, iparági tapasztalat) hasonlóakkal (*Ter Wal-Boschma* [2009]). Ehhez kapcsolódóan a pontok hálózaton belüli távolsága (hány lépés szükséges, hogy az egyik ponttól eljussunk egy másikig) utalhat a pontok tulajdonságában megfigyelhető eltérések mértékére is (*McPherson és szerzőtársai* [2001]). Például minél eltérőbb iparágban tevékenykedik két vállalat, annál több lépésen keresztül találunk köztük kapcsolatot egy beszállítón alapuló hálózatban. Emellett az is elmondható, hogy a kevésbé hasonló pontok között létrejött kapcsolatok hamarabb eltűnnek. Minél inkább hasonló két cég szakterülete, annál hatékonyabban tudják egymást segíteni, azaz technikai segítségnyújtáson alapuló kapcsolatuk tovább marad fenn (*Juhász-Lengyel* [2016]).

A homofília jelenségének pontosítására a *közelség* (*proximity*) különböző dimenzióit használhatjuk. A szakirodalomban ugyan többféle közelségdimenziót különítenek el (*Knoben-Oerlemans* [2006], *Lengyel és szerzőtársai* [2012]), azonban az empirikus munkák leggyakrabban *Boschma* [2005] öt közelségdimenzióját alkalmazzák:

1. kognitív közelség (az elemek közötti jobb megértést teszi lehetővé, például az azonos programnyelvek ismerete vagy cégek megegyező főtevékenységi területe révén);
2. szervezeti közelség (hasonló döntéshozatali eljárásokat jelent, azaz két, néhány főt foglalkoztató kisvállalkozás belső szervezeti folyamatai inkább hasonlítanak egymásra, mint egy mikrovállalkozás és egy 300 főt foglalkoztató vállalaté);
3. intézményi közelség (hasonló szabályok és normák elfogadásán alapul, és leggyakrabban azonos ország, régió törvényeihez, jogszabályaihoz való alkalmazkodásként jelenik meg);
4. társadalmi közelség (hasonló társadalmi környezetbe ágyazottságot jelent, és értelmezhető az azonos beszélt nyelv, kultúra, vallás vagy akár a hasonló társadalmi kapcsolatrendszer, barátok, ismertség hasonlósága mentén is);
5. földrajzi közelség (ami közeli térbeli elhelyezkedést – például munkavállalók vagy cégek közötti fizikai közelséget – jelent, és ez szintén segítheti a kapcsolatba lépést a tranzakciós költségek csökkentése révén).

A különböző közelségtípusok mérőszámainak magas értéke esetén azt várhatjuk, hogy valószínűbb az együttműködés (valamilyen kapcsolat kialakulása) a különböző szereplők között, mivel ugyanazon nyelvet beszélve, hasonló tudáselemeket birtokolva, hasonló normákkal rendelkezve vagy egymás térbeli közelségében elhelyezkedve alacsonyabbak az együttműködések költségei és kockázatai.

Az itt bemutatott hálózatelméleti alapfogalmakat az 1. táblázat foglalja össze.

## 1. táblázat

## Hálózatelméleti alapfogalmak

Fogalom	Értelmezés
Csomópont	A hálózat elemei, amelyeknek a hálózati struktúrájára, viszonyrendszerére kíváncsiak vagyunk
Kapcsolat, él	Azok a csatornák, amelyek két csomópontot, a hálózat egyes elemeit kötik össze egymással
Teljes fokszám	Megmutatja, hogy az adott elem a vizsgált hálózaton belül hány másik elemmel áll kapcsolatban. A csomópontok hálózaton belüli tekintélyéről, relatív fontosságáról ad információt
Sűrűség	Egy hálózatban a pontok közötti tényleges kapcsolatok arányát mutatja meg a hálózaton belüli összes lehetséges kapcsolathoz viszonyítva
Preferenciális kapcsolódás	Az a folyamat, amelynek során egy új él megjelenése a hálózat legközpontibb eleméhez kapcsolódóan történik
Homofília, asszortativitás	Elemek közötti hasonlóságon alapuló kapcsolatok kialakulásának folyamata
Tranzitivitás, triadikus bezáródás	Két, eredetileg (közvetlen) kapcsolatban nem álló pont között, amelyeknek van egy harmadik közös pontja, létrejövő új kapcsolat
Reciprocitás	Kölcsönösségen alapuló kapcsolatok kialakulásának folyamata

*Forrás: Balland és szerzőtársai [2013], Barabási [2016], Barabási–Albert [1999], Csermely [2005], Jackson [2008], Giuliani [2013], McPherson és szerzőtársai [2001], Ostrom [1998], Scott [2000], Ter Wal–Boschma [2009] alapján saját szerkesztés.*

## Mely tényezők befolyásolják a tudáshálózatok időbeli változását?

A regionális gazdaságtanhoz kapcsolódó, dinamikus hálózatelméleti megközelítést alkalmazó empirikus kutatások alapvetően arra a kérdésre keresik a választ, hogy mely tényezők okozzák a tudáshálózatok időbeli változását, vagyis hogy mely tényezőkre vezethető vissza ugyanazon hálózat különböző időpontokban megfigyelt szerkezetének eltérése. E kutatások középpontjában leggyakrabban a regionális klaszterek, azaz az egyazon ágazatban tevékenykedő vállalatok és kapcsolódó intézmények földrajzi koncentrációi állnak (*Frenken és szerzőtársai [2015]*). Ennek oka, hogy a sikeres klaszterek megjelenését a mögöttük meghúzódó helyi hálózatokra vezetik vissza, mivel ezek segítik a tranzakciós költségek csökkentését, támogatják a tudás terjedését, és növelik az innovációk megjelenésének valószínűségét (*Iammarino–McCann [2006]*).

A regionális klaszterek mellett a tanulmányok jelentős része az egyes iparágakhoz kapcsolódó, globális hálózatokon belüli tudásáramlást vizsgálja. A legtöbb iparágban hasonló folyamatok zajlanak az iparág megjelenése és kibontakozása során, követve az iparágat jellemző termék életciklusát (*Klepper [1997]*). Az életciklus során változik a vállalatok, azaz a hálózat potenciális elemeinek száma és az innovációs folyamat jellege, ami befolyásolja a tudásátadáson alapuló együttműködések kialakulását,

így a hálózatok kapcsolatainak számát. Tehát az *iparági és a lokális dinamika* egyaránt szerepet játszik a tudásátadáson alapuló együttműködések időbeli változásában (Menzel–Fornahl [2010]).

A következőkben a lokális (regionális klaszterekhez kötődő) és az iparági tudáshálózatok változásához kapcsolódó legfontosabb empirikus tanulmányok eredményeit mutatjuk be (2. táblázat).

## 2. táblázat

A lokális és iparági tudáshálózatok változását befolyásoló tényezők a szakirodalomban

Tanulmány	Néző-pont	Adatgyűjtés módja	Iparág	Pozitív hatás	Negatív hatás
<i>Balland és szerzőtársai</i> [2016]	lokális	primer (retrospektív kérdőív és interjú)	spanyol játékipari klaszter	transzitivitás rokon kapcsolatok földrajzi közelség kognitív közelség intézményi közelség	
<i>Balland és szerzőtársai</i> [2013]	iparági	szekunder (projektszintű mikroadatok)	globális videojáték-ipar	iparági tapasztalat vállalatméret földrajzi közelség kognitív közelség társadalmi közelség intézményi közelség szervezeti közelség transzitivitás	azonos profil
<i>Balland</i> [2012]	iparági	szekunder (projektszintű mikroadatok)	európai globális navigációs műhold-rendszer ipar	abszorpciós képesség földrajzi közelség intézményi közelség szervezeti közelség	
<i>Giuliani</i> [2013]	lokális	primer (kérdőívek eltérő időpontokban)	chilei borklaszter	transzitivitás reciprocitás	gyengébb tudásbázis
<i>Ter Wal</i> [2014]	iparági	szekunder (szabadalmi adatok)	német bio-technológia-ipar	transzitivitás	földrajzi közelség

Forrás: saját szerkesztés.

## Lokális tudáshálózatok időbeli változása

A földrajzi közelség és a sikerhez nélkülözhetetlen társadalmi kapcsolatok megléte miatt a dinamikus hálózatelemzésre építő regionális gazdaságtani tanulmányok egy jelentős része a klaszterekhez kapcsolódik. *Giuliani* [2013] az egyik első ilyen tanulmányban azokat a mikroszintű tényezőket kereste, amelyek alátámasztják a tudásátadáson alapuló új kapcsolatok létrejöttét a chilei borklaszter borászatai

között. Vizsgálata során két eltérő időpontban – 2002 és 2006 – kérdőíves felvételen szerzett idősoros primer adatokra támaszkodott. A tudáshálózat kapcsolatait a klasztert alkotó cégek közötti szakmai, technikai segítségnyújtás jelentette. Eredményei alapján a hosszú távon stabil hálózati struktúra kialakulását a tudásátadás kölcsönössége (reciprocitás) és a partnerek partnereivel történő ismeretcsere (transzitivitás) pozitívan befolyásolja.

A borászatok ugyanis amellett, hogy viszonyozzák a kapott szakmai segítséget, előszeretettel cserélnek ismereteket más olyan vállalkozásokkal, melyek már velük kapcsolatban álló cégeknek is segítettek. Ez a két hatás növeli a hálózat kohézióját, azaz a szereplők összetartását, ösztönzi annak növekedését, és elősegíti a lokális beágyazódást, azaz a szereplők sűrű helyi kapcsolathálózatban való aktív részvételét. Ellenben a vállalatok gyengébb tudásbázisa, abszorpciós képessége – azaz a munkavállalók alacsonyabb képzettsége és csekélyebb szakmai tapasztalata – korlátozza az új tudásátadáson alapuló kapcsolatok kialakulását, mert a vállalkozások nem képesek észlelni és/vagy feldolgozni az új ismereteket. A preferenciális kapcsolódás – mint a klaszterben betöltött kiemelkedő szerep, a státus teremtette vonzerő – nem befolyásolta szignifikánsan a hálózat változását.

*Balland és szerzőtársai* [2016] a beágyazódottság, a státus és a közelség befolyását vizsgálták egy spanyol játékipari klaszter üzleti és technológiai (tudás)hálózatainak változására. Kutatásuk alapját egy primer, visszatekintő adatgyűjtés jelentette, ahol a résztvevőket arra kérték, hogy 2005 és 2010 tekintetében nyújtsanak információkat az üzleti és tudásátadáshoz kapcsolódó együttműködéseiket illetően. A vállalkozások közötti kapcsolatokat az üzleti és technológiai segítségkérés jelentette. Mind az iparági beágyazódottság, amelyet a transzitivitással, mind pedig a társadalmi beágyazódottság, amelyet a rokoni kapcsolatokkal azonosítottak, pozitívan befolyásolták a játékipari cégek közötti tudásátadáson alapuló kapcsolatok létrejöttét. Ez azt jelenti, hogy a spanyol játékipari vállalkozások inkább meglévő partnereik partnereitől vagy rokonaiktól kérnek technikai segítséget.

A fentiekén túl – összhangban *Boschma* [2005] közelségtípusaival – a tudásátadáson alapuló kapcsolatok létrejöttét a vállalkozások egymáshoz közeli térbeli elhelyezkedése (földrajzi közelség), a hasonló szakmai ismeretek birtoklása (kognitív közelség) és a hasonló normák szerint való működés (intézményi közelség) is pozitívan befolyásolta. Sem a hálózatban betöltött meghatározó státus (preferenciális kapcsolódás), sem pedig a kölcsönös tudáscsere (reciprocitás) nem befolyásolták a tudásátadáson alapuló együttműködések létrejöttét. Utóbbi érdekes és eltérő eredmény *Giuliani* [2013] kutatásához képest, hiszen ott a technikai, technológiai segítségnyújtás kölcsönössége alakította a tudáshálózatok változását. Ez a vizsgált iparágak eltérő jellegéből (például a tudás megosztásához szükséges bizalom mértékéből) adódhat.

Bár a regionális klaszterek irodalma az egyik legfőbb sikerességi tényezőként a földrajzi közelséget emeli ki, azonban a klaszterek mögötti tudáshálózatok dinamikus módon történő feltárása rámutat ennek korlátozott magyarázóképeségre. A fent bemutatott tanulmányok eredményei alapján ugyanis nem a térbeliség, hanem sokkal inkább – a transzitivitáson és a reciprocitáson keresztül – a



beágyazódottság és a kohézió jelentik azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a klaszterek mögötti lokális tudáshálózatok evolúcióját és így a klaszterek fejlődését és sikerességét.

### *Iparági tudáshálózatok időbeli változása*

A dinamikus hálózatelmélettel foglalkozó regionális gazdaságtani kutatások másik része a tudáshálózatokat az érintett iparág felől közelíti meg. Ezekben a tanulmányokban gyakran nemcsak azt tárják fel, hogy a különböző mechanizmusok (tranzitivitás, reciprocitás) hogyan hatnak a kapcsolatok létrejöttére, hanem azt is, hogy ezek a hatások hogyan változnak az iparági életciklus különböző szakaszaiban.

*Ter Wal* [2014] a német biotechnológiai ipar esetében azt vizsgálta, hogy a földrajzi közelség és a hálózati szerkezet hogyan befolyásolja az új innovációs együttműködések létrejöttét az iparág életciklusa mentén. Az innovációs kapcsolatrendszer feltárásához szabadalmi adatokra támaszkodott. Két vállalkozás között akkor beszél tudásáramlásról, ha a cégek közösen nyújtottak be szabadalmat. Eredményei alapján a földrajzi közelség negatív hatást gyakorolt a közös szabadalmak, vagyis a tudásáramlásra alapuló kapcsolatok létrejöttére. Tehát a német biotechnológiai ipar esetében az egymáshoz közel elhelyezkedő cégek kevésbé voltak együttműködők, de ez a hatás az iparág fejlődésével gyengült. A tranzitivitás pozitív hatással volt az együttműködésre, azaz olyan párok között jöttek létre kapcsolatok, amelyek maguk korábban nem álltak összeköttetésben, de rendelkeztek közös partnerrel. Vagyis az iparág életciklusa során a tudáshálózat szerkezete, annak összetettsége egyre erősebben befolyásolta az új kapcsolatok létrejöttét: a növekvő sűrűséggel csökkent az új kapcsolatok létrejöttének valószínűsége, míg a korábban közvetetten, egy másik szereplőn keresztül kapcsolatban álló vállalkozások közvetlenül is kapcsolatba kerültek egymással.

*Balland* [2012] a vállalati együttműködések kialakulását befolyásoló tényezőket vizsgálta az európai globális navigációs műholdrendszer-ipar esetében. Szekunder adatokból indult ki, amelyek az iparág európai kutatás-fejlesztési együttműködéseiben részt vevő vállalataira vonatkoztak 2004 és 2007 között. Ebben az esetben akkor történt cégek közötti tudásáramlás, ha két cég közös K + F-projekttel (FP6) rendelkezett 2004 és 2007 között. Az eredmények alapján az abszorpciós képesség pozitívan hatott az együttműködések kialakulására. Minél inkább képes volt egy vállalkozás új külső tudás fogadására és alkalmazására – amit a magasabb belső K + F-ráfordítási aránnyal és a K + F-foglalkoztatottak magasabb számával ragadtak meg –, annál valószínűbben alakított ki új kapcsolatokat. A magas abszorpciós képesség mellett az egymáshoz közelebbi elhelyezkedés (földrajzi közelség), a hasonló szervezeti felépítés, tulajdonosi szerkezet (szervezeti közelség) és kulturális háttér (intézményi közelség) szintén pozitívan hatottak a közös K + F-projektek, vagyis a tudásátadásra alapuló kapcsolatok létrejöttére.

*Balland és szerzőtársai* [2013] azt vizsgálta, hogy mi befolyásolja a vállalatok közötti együttműködések időbeli változását a globális videojáték-ipar esetében, és hogyan változik ezeknek a tényezőknek a jelentősége az iparági életciklustól

függően. A szerzők szekunder adatbázisra támaszkodtak, amely tartalmazta az iparágban 1987 és 2007 között kiadott videojátékok teljes körét, valamint a fejlesztésben és a kiadásban részt vevő vállalatok jellemzőit. Kutatásukban két cég közötti kapcsolat közösen fejlesztett videojáték esetén állt fenn. Eredményeik alapján a vállalatok megegyező tevékenységi köre (fejlesztő vagy kiadó) negatív hatást, a vállalatméret és az iparági tapasztalat pedig pozitív hatást gyakorolt az együttműködések kialakulására. Ez alapján úgy tűnik, hogy az iparágban a fejlesztők a kiadókkal nagyobb valószínűséggel működnek együtt, mint saját tevékenységi körükön belül más vállalkozással. Emellett a nagyobb vállalatok nagyobb valószínűséggel fejlesztenek közösen videojátékokat (szervezeti közelség), a szakmai tapasztalat pedig egyre fontosabbá válik az iparág érettebbé válásával.

A szerzők azt is megfigyelték, hogy bár az intézményi és szervezeti közelség pozitív hatást gyakorolt az együttműködések kialakulására, az idő múlásával a közös háttér, a szervezeti és nemzeti kultúra jelentősége csökkent. A földrajzi és kognitív közelség ezzel szemben pozitív hatással volt a kapcsolatok kialakulására, így a hasonló vállalati ismeretek mellett a térbeliség is növekvő szerephez jutott. A társadalmi közelség szintén pozitív hatást gyakorolt a vállalatok közötti együttműködésre, ami az iparág társadalmi beágyazottságára és a fogyasztói igényekre való érzékenység fontosságára utal. Végül az is megfigyelhető volt, hogy a közös harmadik partnerrel együttműködő cégek nagyobb valószínűséggel léptek maguk is kapcsolatba az idő múlásával (tranzitivitás).

Az eddigi eredmények alapján úgy tűnik, hogy az iparági tudáshálózatokban részt vevő vállalatok iparági tapasztalata és abszorpciós képessége olyan jellemzők, amelyek több esetben pozitívan hatottak a kapcsolatok kialakulására. Ugyanakkor a releváns szervezeti jellemzők köre nem tisztázott. A leggyakrabban megjelenő szempont a földrajzi közelség, aminek a kapcsolatok alakulására tett hatása ellentmondásos az eddigi tanulmányok tükrében, holott a térbeli közelség tudástranszfer-mechanismusokat segítő hatását számos tanulmány bemutatta (*Jaffe és szerzőtársai* [1993], *Audretsch–Feldman* [1996], *Anselin és szerzőtársai* [1997], *Boschma–Frenken* [2010]). Ennek az ellentmondásnak az lehet a magyarázata, hogy ezek a tanulmányok a többi közelségtípust a földrajzi közelségen keresztül ragadták meg.

Az intézményi és szervezeti közelség szerepe ugyancsak fontosnak tűnik a tudáshálózatok változása szempontjából. A legkevésbé a társadalmi és a kognitív közelség hatott a kapcsolatok létrejöttére. Az utóbbi összefüggést *Balland* [2012] azzal magyarázza, hogy a vállalatok innovációs kapcsolataikban elsősorban a sajátjuktól eltérő új tudást keresnek. Ezek a kutatások nem tértek ki arra, hogy vállalatok esetleg nem önmagában a túl erős kognitív közelséget kerülik, hanem a *Frenken és szerzőtársai* [2007] által javasolt kapcsolódó változatosságra (sem túl erős, sem túl gyenge közelség) törekszenek a tudáskapcsolataikban. Közös jellemző a tranzitivitás pozitív hatása a kapcsolatok létrejöttére, vagyis egymással új kapcsolat kialakítására inkább hajlamosak azok a vállalatok, amelyek közös együttműködő partnerrel rendelkeznek. Az iparági életciklus szempontjából úgy tűnik, hogy a tudáshálózatok szerkezete hosszabb távon hat a kapcsolatok kialakulására, ebben a tekintetben azonban – a jelenlegi eredmények szűk köre miatt – további kutatások szükségesek.

## Összegzés és a további kutatás lehetőségei

Jelen tanulmányban áttekintettük a hálózatelemzés alapvető fogalmait, különös tekintettel azokra, amelyek alkalmasak a hálózati dinamika megragadására. A dinamikus hálózatelemzés empirikus alkalmazhatóságát a regionális gazdaságtan területén született kutatásokkal illusztráltuk, mivel a gazdasági kapcsolatrendszerek dinamikus vizsgálata ezen a terület a leginkább kutatott. Ezzel együtt az eddigi tapasztalatok szerények, az itt bemutatott tanulmányok a vizsgálatok teljes körét lefedik.

A dinamikus hálózati megközelítést ez idáig elsősorban a klaszterek mögötti tudáshálózatok, valamint az iparági tudáshálózatok változásának megértésére használták. Az általunk rendszerezett empirikus eredményekből lokális megközelítésben az rajzolódik ki, hogy a tudásátadás kölcsönösségére (reciprocitás) és a partnerek partnereivel történő ismeretcsere (transzitivitás) visszavezethető beágyazódottság határozza meg leginkább a lokális hálózatok evolúcióját. Iparági megközelítésben egyrészt az iparági tapasztalat, az abszorpció képesség, valamint a különböző közelségtípusok hatnak pozitívan a tudásátadáson alapuló kapcsolatok létrejöttére. Másrészt e hálózatok változása útfüggőnek bizonyul, azaz a jelenbeli szerkezetük meghatározza a jövőbeli kapcsolatok alakulását. Harmadrészt ezek a hatások az iparági életciklus különböző szakaszaiban eltérnek egymástól, az iparág érettebbé válásával más és más tényezők kapnak hangsúlyosabb szerepet a tudáshoz kötődő kapcsolatok, a cégek közötti együttműködések formálódása során.

A hálózatok változásának közgazdaságtani és regionális gazdaságtani vizsgálatában – részben a tanulmányok csekély száma miatt – számos nyitott kérdés maradt. *Balland és szerzőtársai* [2015], valamint *Menzel* [2015] arra mutatott rá, hogy az idevágó empirikus munkákban az egyes közelségtípusokat állandónak feltételezik, illetve az oksági kapcsolat a közelség felől mutat a tudáskapcsolatok létrejötté felé. Míg rövid távon ezek a feltételezések tarthatók lehetnek, hosszú távon a tudáshálózatok is befolyásolhatják a vállalatok közötti közelség mértékét. A tudáshálózatokban megvalósuló tanulás például csökkentheti egyes szereplők kognitív közelségét. Az empirikus munkák alacsony számából adódóan a tudásáramlás szempontjából fontos a közelségdimenziók meghatározása, valamint a preferenciális kapcsolódás feltárása – s annak tisztázása, hogy mely okok miatt hanyagolják el a hálózatokat szervező erő jelentőségét – is hiányzik az irodalomból.

A kapcsolatrendszerek időbeli változásának vizsgálata új megközelítést, előremutató eredményeket nyújthat a közgazdaságtan és a gazdaságtudományok számos területén. Segítséget nyújthat a különböző helyi hálózatok regionális fejlődésben betöltött szerepének megismeréséhez, hiszen a térségi fejlődést alapvetően a kulcsfontosságú tudáshálózatokban betöltött központi szerepek határozzák meg (*Broekel és szerzőtársai* [2014]). Így az endogén regionális fejlődés tudáshálózat-központú elemzése az egyik fő jövőbeli kutatási iránynak látszik. Magyarázható-e például a tudáshálózatok tulajdonságaival, a hálózati mutatók időbeli változásával a regionális gazdasági teljesítmény alakulása?

A kereskedelmi kapcsolatok alkotta hálózatok változására, az üzleti és információs hálózatokat mozgató dinamikák azonosítására még nem tettek kísérletet hazai

kutatók. Az üzleti tudományok területén a hálózatok időbeli változásának magyarázata kisszámú empirikus tanulmánnyal rendelkezik (*Ahuja és szerzőtársai* [2016]), különösen a magyar vagy más posztszocialista ország gazdaságához kapcsolódóan. Holott a dinamikus hálózati megközelítést adaptáló kutatások rendkívül érdekes eredményekre vezethetnek a politikai rendszer átalakulása és a posztszocialista gazdasági átmenet teremtette sajátosságok következtében.

Az üzleti tudományokhoz kapcsolódó kutatások kevésbé foglalkoznak a vállalaton belüli tudás- és információáramlás időbeli változásával. Gyakran csak az adott pillanatban megfigyelhető hálózatok feltárása a cél, de az, hogy idővel ez miért változik meg, kevésbé ismert. Így például hogyan befolyásolja az ismeretcsere, hogy a márkák követői átpártolnak egy másik márkaközösséghez? Az üzleti kapcsolatok teljesítménye vagy minősége befolyásolja inkább a kapcsolatok keletkezését és fennmaradását? Összességében úgy gondoljuk, hogy a dinamikus hálózatelemzést alkalmazó magyarországi kutatások – akár teljesen új megközelítésekről, akár összehasonlító tanulmányokról legyen szó – különösen érdekes és nemzetközi szinten is újszerű eredményeket hozhatnak a hálózatok evolúcióját érintő diskurzusba.

### *Hivatkozások*

- AHUJA, G. [2000]: Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 45. No. 3. 425–455. o. <http://dx.doi.org/10.2307/2667105>.
- AHUJA, G.–SODA, G.–ZAHEER, A. [2016]: The Genesis and Dynamics of Organizational Networks. *Organization Science*, Vol. 23. No. 2. 434–448. o. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.1110.0695>.
- ANSELIN, L.–VARGA, A.–ACS, Z. [1997]: Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics*, Vol. 42. No. 3. 422–448. o.
- AUDRETSCH, D. B.–FELDMAN, M. P. [1996]: R&D spillovers and the geography of innovation and production. *The American Economic Review*, Vol. 86. No. 3. 630–640. o.
- BALLAND, P. A.–BELSO-MARTÍNEZ, J. A.–MORRISON, A. [2016]: The Dynamics of Technical and Business Knowledge Networks in Industrial Clusters: Embeddedness, Status or Proximity? *Economic Geography*, Vol. 92. No. 1. 35–60. o. <http://dx.doi.org/10.1080/00130095.2015.1094370>.
- BALLAND, P.-A. [2012]: Proximity and the Evolution of Collaboration Networks: Evidence from Research and Development Projects within the Global Navigation Satellite System (GNSS) Industry. *Regional Studies*, Vol. 46. No. 6. 741–756. o. <http://dx.doi.org/10.1080/0343404.2010.529121>.
- BALLAND, P.-A.–BOSCHMA, R.–FRENKEN, K. [2015]: Proximity and Innovation: From Statics to Dynamics. *Regional Studies*, Vol. 49. No. 6. 907–920. o. <http://dx.doi.org/10.1080/00343404.2014.883598>.
- BALLAND, P.-A.–DE VAAN, M.–BOSCHMA, R. [2013]: The dynamics of interfirm networks along the industry life cycle: The case of the global video game industry, 1987–2007. *Journal of Economic Geography*, Vol. 13. No. 5. 741–765. o. <http://dx.doi.org/10.1093/jeg/lbs023>.
- BARABÁSI ALBERT-LÁSZLÓ [2016]: A hálózatok tudománya. Libri, Budapest.

- BARABÁSI ALBERT-LÁSZLÓ-ALBERT RÉKA [1999]: Emergence of scaling in random networks. *Science*, Vol. 286. No. 5439. 509–512. o.
- BORGATTI, S. P.-FOSTER, P. C. [2003]: The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology. *Journal of Management*, Vol. 29. No. 6. 991–1013. o. [http://dx.doi.org/10.1016/s0149-2063\\_03\\_00087-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0149-2063_03_00087-4).
- BOSCHMA, R. [2005]: Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, Vol. 39. No. 1. 61–74. o.
- BOSCHMA, R.-BALLAND, P.-A.-DE VAAN, M. [2014]: The formation of economic networks: a proximity approach. Megjelent: *Torre, A.-Wallet, F. (szerk.): Regional Development And Proximity Relations*. Edward Elgar, Cheltenham–Northampton, 243–266. o.
- BOSCHMA, R.-FRENKEN, K. [2010]: The spatial evolution of innovation networks: a proximity perspective. Megjelent: *Boschma, R.-Martin, R. (szerk.): The Handbook of Evolutionary Economic Geography*. Edward Elgar, Cheltenham–Northampton, 120–135. o.
- BOSCHMA, R.-TER WAL, A. L. J. [2007]: Knowledge networks and innovative performance in an industrial district: the case of a footwear district in the South of Italy. *Industry and Innovation*, Vol. 14. No. 2. 177–199. o.
- BROEKEL, T.-BALLAND, P.-A.-BURGER, M.-VAN OORT, F. [2014]: Modeling knowledge networks in economic geography: a discussion of four methods. *The Annals of Regional Science*, Vol. 53. No. 423–452. o. <http://dx.doi.org/10.1007/s00168-014-0616-2>.
- CSERMELY PÉTER [2005]: A rejtett hálózatok ereje. Vince Kiadó, Budapest.
- CSIZMADIA ZOLTÁN-GROSZ ANDRÁS [2011]: Innováció és együttműködés. A kapcsolathálózatok innovációra gyakorolt hatása. Magyar Tudományos Akadémia Regionális Kutatások Központja, Pécs–Győr.
- FRENKEN, K.-CEFIS, E.-STAM, E. [2015]: Industrial Dynamics and Clusters: A Survey. *Regional Studies*, Vol. 49. No. 1. 10–27. o. <http://dx.doi.org/10.1080/00343404.2014.904505>.
- FRENKEN, K.-VAN OORT, F.-VERBURG, T. [2007]: Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*, Vol. 41. No. 5. 685–697. o. <http://dx.doi.org/10.1080/00343400601120296>.
- GIULIANI, E. [2013]: Network dynamics in regional clusters: Evidence from Chile. *Research Policy*, Vol. 42. No. 8. 1406–1419. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2013.04.002>.
- GLÜCKLER, J. [2007]: Economic geography and the evolution of networks. *Journal of Economic Geography*, Vol. 7. No. 5. 619–634. o. <http://dx.doi.org/10.1093/jeg/lbm023>.
- HAU-HORVÁTH OSOLYA-HORVÁTH MÁRTON [2014]: A földrajzi közelség szerepe az innovációs együttműködésekben – illúzió vagy valós tényező? Szakirodalmi áttekintés. *Közgazdasági Szemle*, 61. évf. 12. sz. 1419–1446. o.
- HIDALGO, C. A.-HAUSMANN, R. [2009]: The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 106. No. 26. 10570–10575. o. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0900943106>.
- IAMMARINO, S.-McCANN, P. [2006]: The structure and evolution of industrial clusters: Transactions, technology and knowledge spillovers. *Research Policy*, Vol. 35. No. 7. 1018–1036. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2006.05.004>.
- JACKSON, M. O. [2008]: *Social and Economic Networks*. Princeton University Press, Princeton.
- JAFFE, A. B.-TRAJTENBERG, M.-HENDERSON, R. [1993]: Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108. No. 3. 577–598. o. <http://dx.doi.org/10.2307/2118401>.
- JUHÁSZ SÁNDOR-LENGYEL BALÁZS [2016]: Tie creation versus tie persistence in cluster knowledge networks. *Papers in Evolutionary Economic Geography*, No. 16.13.

- KLEPPER, S. [1997]: Industry Life Cycles. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 6. No. 1. 145–181. o. <http://dx.doi.org/10.1093/icc/6.1.145>.
- KNOBEN, J.–OERLEMANS, L. A. G. [2006]: Proximity and inter-organizational collaboration: A literature review. *International Journal of Management Reviews*, Vol. 8. No. 2. 71–89. o. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2370.2006.00121.x>.
- LENGYEL BALÁZS [2012]: Tanulás, hálózatok, régiók. Megjelent: *Rechnitzer János–Rácz Szilárd* (szerk.): *Dialógus a regionális tudományról*. Széchenyi István Egyetem–Magyar Regionális Tudományi Társaság, Győr, 132–139. o.
- LENGYEL IMRE–FENYŐVÁRI ZSOLT–NAGY BENEDEK [2012]: A közelség szerepének újraértelmezése az innovatív üzleti kapcsolatokban. *Vezetéstudomány*, Vol. 43. No. 3. 19–29. o.
- MCPHERSON, M.–SMITH-LOVIN, L.–COOK, J. M. [2001]: Birds of a Feather: Homophily in Social Networks. *Annual Review of Sociology*, Vol. 27. 414–444. o. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.soc.27.1.415>.
- MENZEL, M.-P. [2015]: Interrelating Dynamic Proximities by Bridging, Reducing and Producing Distances. *Regional Studies*, Vol. 49. No. 11. 1892–1907. o. <http://dx.doi.org/10.1080/00343404.2013.848978>.
- MENZEL, M.-P.–FORNAHL, D. [2010]: Cluster life cycles – dimensions and rationales of cluster evolution. *Industrial and Corporate Change*, Vol. 19. No. 1. 205–238. o. <http://dx.doi.org/10.1093/icc/dtp036>.
- OSTROM, E. [1998]: A Behavioral Approach to the Rational Choice Theory of Collective Action: Presidential Address, American Political Science Association, 1997. *The American Political Science Review*, Vol. 92. No. 1. 1–22. o. <http://dx.doi.org/10.2307/2585925>.
- SCOTT, J. [2000]: *Social Network Analysis. A Handbook*. Sage Publications, London.
- SEBESTYÉN TAMÁS [2011]: Hálózatelemzés a tudástranszferek vizsgálatában – régiók közötti tudáshálózatok struktúrájának alakulása Európában. *Statistikai Szemle*, 89. évf. 6. sz. 667–697. o.
- SORENSEN, O.–RIVKIN, J. W.–FLEMING, L. [2010]: Complexity, networks and knowledge flow. *Research Policy*, Vol. 35. No. 7. 994–1017. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2006.05.002>.
- TER WAL, A. L. J. [2014]: The dynamics of the inventor network in German biotechnology: geographic proximity versus triadic closure. *Journal of Economic Geography*, Vol. 14. No. 3. 589–620. o. <http://dx.doi.org/10.1093/jeg/lbs063>.
- TER WAL, A. L. J.–BOSCHMA, R. A. [2009]: Applying social network analysis in economic geography: framing some key analytic issues. *The Annals of Regional Science*, Vol. 43. No. 3. 739–756. o. <http://dx.doi.org/10.1007/s00168-008-0258-3>.
- VAS ZSÓFIA–BAJMÓCY ZOLTÁN [2012]: Az innovációs rendszerek 25 éve. Szakirodalmi áttekintés evolúciós közgazdaságtani megközelítésben. *Közgazdasági Szemle*, 59. évf. 11. sz. 1233–1256. o.
- WASSERMAN, S.–FAUST, K. [1994]: *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge.